

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Satoru FURUTA

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: NOISE SUPPRESSION APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

#3/Proslayer



SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	11-319126	November 10, 1999

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
(B) Application Serial No.(s)
 - ☐ are submitted herewith
 - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124



22850

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J0843 U.S. PTO
09/599367
06/21/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年11月10日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第319126号

出 願 人

Applicant (s):

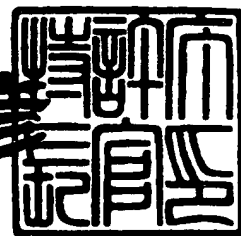
三菱電機株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 2月18日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3008798

【書類名】 特許願

【整理番号】 521088JP01

【提出日】 平成11年11月10日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G10L 3/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 古田 訓

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100102439

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮田 金雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103894

【弁理士】

【氏名又は名称】 家入 健

【選任した代理人】

【識別番号】 100092462

【弁理士】

【氏名又は名称】 高瀬 彌平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011394

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704079

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 雑音抑圧装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 目的信号に不要な雑音信号が混入した入力信号から、雑音信号を除去して目的信号を出力する雑音抑圧装置において、

入力信号をフレーム毎に周波数分析して振幅スペクトルと位相スペクトルに変換する時間／周波数変換手段と、

入力信号フレームの雑音らしさを判定する雑音らしさ分析手段と、

前記雑音らしさ分析手段が出力する判定結果に基づいて、そのフレームの入力振幅スペクトルを用いて雑音振幅スペクトルを算出する雑音振幅スペクトル算出手段と、

前記入力振幅スペクトルと前記雑音振幅スペクトルと第 1 の所定係数を用いて雑音振幅スペクトル補正ゲインを算出すると共に、同じく前記入力振幅スペクトルと前記雑音振幅スペクトルと第 2 の所定係数を用いて雑音除去スペクトル補正ゲインを算出するスペクトル補正ゲイン算出手段と、

前記入力振幅スペクトルから、前記雑音振幅スペクトルに前記補正ゲイン算出手段が出力する雑音振幅スペクトル補正ゲインを乗じて減算し、第 1 の雑音除去スペクトルを出力するスペクトル減算手段と、

前記第 1 の雑音除去スペクトルに、前記補正ゲイン算出手段が出力する雑音除去スペクトル補正ゲインを乗じて、第 2 の雑音除去スペクトルを出力するスペクトル振幅抑圧手段と、

前記第 2 の雑音除去スペクトルを時間軸信号に変換する周波数／時間変換手段とを備えることを特徴とする雑音抑圧装置。

【請求項 2】 前記スペクトル補正ゲイン算出手段は入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルを用いて、雑音振幅スペクトルおよび雑音除去スペクトルの補正ゲインを制限するスペクトル補正ゲイン制限値を算出するスペクトル補正ゲイン制限値算出手段と、

入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルおよびスペクトル補正ゲイン制限値を用いて雑音振幅スペクトルの各振幅値に周波数成分毎の補正を行うための

雑音振幅スペクトル補正ゲイン、および雑音除去スペクトルの各振幅値に周波数成分毎の補正を行うための雑音除去スペクトル補正ゲインを算出する補正ゲイン算出手段とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の雑音抑圧装置。

【請求項 3】 前記時間／周波数変換手段からの入力振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出すると共に、雑音振幅スペクトル算出手段からの雑音振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出するスペクトル帯域分割手段を備え

スペクトル補正ゲイン算出手段を形成するスペクトル補正ゲイン制限値算出手段および補正ゲイン算出手段は、入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの代りに、スペクトル帯域分割手段が出力する入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの各周波数帯域毎の平均スペクトルを用いてスペクトル振幅制限値、雑音振幅スペクトル補正ゲイン、雑音除去スペクトル補正ゲインを算出することを特徴とする請求項 2 に記載の雑音抑圧装置。

【請求項 4】 入力信号の状態に応じて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの平滑係数を算出するスペクトル平滑係数算出手段と、

前記スペクトルの平滑係数を用いて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルを時間／周波数方向に平滑し、平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルを出力するスペクトル平滑手段とを備え、

前記スペクトル補正ゲイン算出手段は、雑音振幅スペクトルの各振幅値に周波数成分毎の補正を行うための雑音振幅スペクトル補正ゲイン、および雑音除去スペクトルの各振幅値に周波数成分毎の補正を行うための雑音除去スペクトル補正ゲインを、前記平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルを用いて算出する補正ゲイン算出手段を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の雑音抑圧装置。

【請求項 5】 前記時間／周波数変換手段からの入力振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出すると共に、雑音振幅スペクトル算出手段からの雑音振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出するスペクトル帯域分割手段を備え

スペクトル平滑係数算出手段は、スペクトル帯域分割手段からの各周波数帯域毎の入力振幅平均スペクトルと各周波数帯域毎の雑音振幅平均スペクトルを用いて、入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの平滑係数を算出し、

スペクトル平滑手段は、スペクトル帯域分割手段からの各周波数帯域毎の入力振幅平均スペクトルと各周波数帯域毎の雑音振幅平均スペクトルを用いて、平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルを算出することを特徴とする請求項 4 に記載の雑音抑圧装置。

【請求項 6】 入力信号の状態に応じて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの平滑係数を算出するスペクトル平滑係数算出手段と、

前記スペクトルの平滑係数を用いて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルを時間／周波数方向に平滑し、平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルを出力するスペクトル平滑手段とを備え、

前記補正ゲイン算出手段が、入力振幅スペクトルと雑音振幅スペクトルの代わりに、平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルおよびスペクトル補正ゲイン制限値を用いて、雑音振幅スペクトル補正ゲインおよび雑音除去スペクトル補正ゲインを算出することを特徴とする請求項 2 に記載の雑音抑圧装置。

【請求項 7】 前記時間／周波数変換手段からの入力振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出すると共に、雑音振幅スペクトル算出手段からの雑音振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出するスペクトル帯域分割手段を備え、

前記スペクトル平滑係数算出手段とスペクトル平滑手段とスペクトル補正ゲイン制限値算出手段および補正ゲイン算出手段は、入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの代わりに、前記スペクトル帯域分割手段からの出力を用いることを特徴とする請求項 6 に記載の雑音抑圧装置。

【請求項 8】 前記スペクトル平滑係数算出手段は、雑音らしさ分析手段が出力する判定結果に応じて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの平滑

係数を算出することを特徴とする請求項 4 乃至請求項 7 の何れかに記載の雑音抑圧装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、種々の雑音環境下で用いられる音声通信システムや音声認識システム等において、目的信号以外の雑音を抑圧する、雑音抑圧装置に関するものである。

【0002】

【従来技術】

音声信号に重畳した雑音などの目的外信号を抑圧する雑音抑圧装置として、例えば特開平8-221093号が開示されている。これは、文献1 (Steven F. Boll, "Suppression of Acoustic noise in speech using spectral subtraction", IEE ETrans. ASSP, Vol. ASSP-27, No. 2, April 1979)に示す振幅スペクトルに着目した、いわゆるスペクトルサブトラクション (Spectral Subtraction : SS) 法を基本とするものである。

【0003】

図 1 3 を用いて特開平8-221093号に開示されている従来技術の雑音抑圧装置の構成を説明する。図 1 3 において、101 はフレーム化処理部、102 は窓かけ処理部、103 は高速フーリエ変換処理部、104 はバンド分割部、105 は雑音推定部、106 はNR値計算部、107 はHn値計算部、108 はフィルタ処理部、109 はバンド変換部、110 はスペクトラム修正部、111 は逆高速フーリエ変換部、112 はオーバーラップ加算部、113 は音声信号入力端子、114 は音声信号出力端子、115 は、114 は演算手段、115 は出力信号端である。また、雑音推定部105の内部構成として、121 はRMS計算部、122 は相対エネルギー計算部、123 は最大RMS計算部、124 は推定雑音レベル計算部、125 は最大SNR計算部、126 は雑音スペクトル推定部である。

【0004】

以下従来技術の雑音抑圧装置の動作原理について説明する。

【 0 0 0 5 】

音声信号入力端子 1 1 3 には、音声と雑音成分とを含む入力音声信号 $y[t]$ が入力される。この入力信号 $y[t]$ は、例えばサンプリング周波数が FS のデジタル信号であり、フレーム化処理部 1 0 1 へ送られて、フレーム長が FL サンプル毎のフレームに分割され、以下各フレーム毎に処理が行われる。

【 0 0 0 6 】

窓かけ処理部 1 0 2 では、高速フーリエ変換処理部 1 0 2 での計算に先立って、フレーム化処理部 1 0 1 より送られる各フレーム化信号 $y_{\text{frame}}[j,k]$ に対して窓かけ処理が行われる。ただし、 j はサンプル番号、 k はフレーム番号である。

【 0 0 0 7 】

高速フーリエ変換処理部 1 0 3 では、例えば 256 点の高速フーリエ変換が施され、得られた周波数スペクトル振幅値は、バンド分割部 1 0 4 で例えば 18 バンドに分割される。このバンド分割された入力信号スペクトル $Y[w,k]$ は、スペクトル修正部 1 1 0、雑音推定部 1 0 5 内の雑音スペクトル推定部 1 2 6 および H_n 値計算部 1 0 7 に送られる。 w はバンド番号である。

【 0 0 0 8 】

次に、雑音推定部 1 0 5 においては、フレーム化信号 $y_{\text{frame}}[j,k]$ から雑音と音声とに区別され、雑音と推定されるフレームが検出されると共に、推定雑音レベル値と、最大 SN 比が NR 計算部 1 0 6 に送られる。

【 0 0 0 9 】

RMS 計算部 1 2 1 では、フレーム毎の各信号成分の 2 乗平均値の平方根 (RMS : Root Mean Square) の計算が行われ、RMS 値 $\text{RMS}[k]$ として出力される。

【 0 0 1 0 】

相対エネルギー計算部 1 2 2 では、前フレームからの減衰エネルギーに関連する第 k フレームの相対エネルギーを計算し、出力される。

【 0 0 1 1 】

最大 RMS 計算部 1 2 3 では、後述する推定雑音レベル値と信号レベルと推定雑音レベルとの比の最大値、いわゆる最大 SN 比とを見積もるのに必要な最大 RMS 値が求められ、最大 RMS 値 $\text{MaxRMS}[k]$ として出力される。

【 0 0 1 2 】

推定雑音レベル計算部 1 2 4 では、バックグラウンドノイズまたは背景雑音レベルを評価するのに好適な最小のRMS値が、現フレームから過去フレームの5個の局所極小値(ローカルミニマム値)の内の最小値から選択され、推定雑音レベル値 $\text{MinRMS}[k]$ として出力される。

【 0 0 1 3 】

最大SN比計算部 1 2 5 では、最大RMS値 $\text{MaxRMS}[k]$ および推定雑音レベル値 $\text{MinRMS}[k]$ を用いて、最大SN比 $\text{MaxSNR}[k]$ を算出する。

【 0 0 1 4 】

雑音スペクトル推定部 1 2 6 では、RMS値 $\text{RMS}[k]$ 、相対エネルギー、推定雑音レベル $\text{MinRMS}[k]$ 、最大RMS値 $\text{MaxRMS}[k]$ を用いて、背景雑音スペクトルの時間平均推定値 $N[w,k]$ を算出し、出力する。

【 0 0 1 5 】

NR値計算部 1 0 6 では、急激にフィルタ応答が変化することを回避するために用いる値 $\text{NR}[w,k]$ を算出する。

【 0 0 1 6 】

H_n 値計算部 1 0 7 では、バンド分割された入力信号スペクトル $Y[w,k]$ と、雑音スペクトルの時間平均推定値 $N[w,k]$ と、NR値計算部 1 0 6 が出力する $\text{NR}[w,k]$ を用いて、入力信号から雑音信号を除去するためのフィルタ $H_n[w,k]$ を生成する。ここで生成されるフィルタ $H_n[w,k]$ は、雑音成分が音声成分よりも大きくなると抑圧が強まり、逆に音声成分が雑音成分よりも大きくなると抑圧が弱まる応答を示す。

【 0 0 1 7 】

フィルタ処理部 1 0 8 では、フィルタ $H_n[w,k]$ 値を周波数軸方向および時間軸方向に平滑化を行う。周波数軸方向への平滑化は、メジアンフィルタ処理を行い、時間軸方向への平滑化については、AR平滑化処理を音声区間または雑音区間のみを行い、過渡的信号については行わない。

【 0 0 1 8 】

バンド変換部 1 0 9 では、フィルタ処理部 1 0 8 からのバンド分割されたフィ

ルタ値を逆高速フーリエ変換処理部の入力に適合するように補間処理が行われる。スペクトラム修正部 1 1 0 は、高速フーリエ変換処理部 1 0 3 の出力信号に上記補間されたフィルタ値を乗じてスペクトラム修正、即ち雑音成分を低減する処理を行い、雑音低減信号を出力する。

【 0 0 1 9 】

逆高速フーリエ変換処理部 1 1 1 では、スペクトラム処理部 1 1 0 で得られた雑音低減信号を用いて、逆高速フーリエ変換処理を行い、得られた IFFT 信号を出力する。オーバーラップ加算部 1 1 2 では、各フレーム毎の IFFT 信号のフレーム境界部分についての重ね合わせが行われ、得られた出力音声信号が音声信号出力端子 1 1 4 から出力される。

【 0 0 2 0 】

【発明が解決しようとする課題】

以上説明した雑音抑圧装置は、推定雑音信号と入力音声信号の比(推定 SN 比)と雑音信号レベルに従い、入力スペクトルから雑音スペクトルを除去するためのフィルタ特性をフレーム内の音声信号と雑音信号の分布量に応じて制御し、そのフィルタ特性を用いてスペクトル抑圧処理を行うものであり、目的信号の歪みを最小限に抑え、かつ大きな雑音抑圧量を確保できるすぐれたものであるが、次のような問題がある。

【 0 0 2 1 】

推定雑音信号レベルと推定 SN 比に依存した制御を行っているので、推定雑音信号レベルの推定が間違っただけの場合には適切な雑音抑圧が出来ず、過度の抑圧が行われてしまうという問題点があった。

【 0 0 2 2 】

また、推定雑音信号を用いた抑圧量制御は、推定雑音信号が過去の雑音と判定されたフレームの平均スペクトルから生成されるために、例えば語頭など急に入力音声信号レベルが変化するような部分にはフィルタ制御にタイムラグが生じるため、過度の抑圧が行われてしまい、その結果、語頭の隠滅感など異音が発生する問題点があった。

【 0 0 2 3 】

この発明は、かかる課題を解決するためになされたもので、聴感上好ましい雑音抑圧が可能かつ高雑音下でも品質劣化の少ない雑音抑圧装置を提供することを目的としている。

【 0 0 2 4 】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る雑音抑圧装置は、目的信号に不要な雑音信号が混入した入力信号から、雑音信号を除去して目的信号を出力する雑音抑圧装置において、

入力信号をフレーム毎に周波数分析して振幅スペクトルと位相スペクトルに変換する時間／周波数変換手段と、

入力信号フレームの雑音らしさを判定する雑音らしさ分析手段と、

前記雑音らしさ分析手段が出力する判定結果に基づいて、そのフレームの入力振幅スペクトルを用いて雑音振幅スペクトルを算出する雑音振幅スペクトル算出手段と、

前記入力振幅スペクトルと前記雑音振幅スペクトルと第1の所定係数を用いて雑音振幅スペクトル補正ゲインを算出すると共に、同じく前記入力振幅スペクトルと前記雑音振幅スペクトルと第2の所定係数を用いて雑音除去スペクトル補正ゲインを算出するスペクトル補正ゲイン算出手段と、

前記入力振幅スペクトルから、前記雑音振幅スペクトルに前記補正ゲイン算出手段が出力する雑音振幅スペクトル補正ゲインを乗じて減算し、第1の雑音除去スペクトルを出力するスペクトル減算手段と、

前記第1の雑音除去スペクトルに、前記補正ゲイン算出手段が出力する雑音除去スペクトル補正ゲインを乗じて、第2の雑音除去スペクトルを出力するスペクトル振幅抑圧手段と、

前記第2の雑音除去スペクトルを時間軸信号に変換する周波数／時間変換手段とを備える。

【 0 0 2 5 】

また、この発明に係る雑音抑圧装置は、前記スペクトル補正ゲイン算出手段が入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルを用いて、雑音振幅スペクトルおよび雑音除去スペクトルの補正ゲインを制限するスペクトル補正ゲイン制限値を

算出するスペクトル補正ゲイン制限値算出手段と、

入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルおよびスペクトル補正ゲイン制限値を用いて雑音振幅スペクトルの各振幅値に周波数成分毎の補正を行うための雑音振幅スペクトル補正ゲイン、および雑音除去スペクトルの各振幅値に周波数成分毎の補正を行うための雑音除去スペクトル補正ゲインを算出する補正ゲイン算出手段とを備える。

【0026】

また、この発明に係る雑音抑圧装置は、前記時間／周波数変換手段からの入力振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出すると共に、雑音振幅スペクトル算出手段からの雑音振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出するスペクトル帯域分割手段を備え、

スペクトル補正ゲイン制限値算出手段および補正ゲイン算出手段は、入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの代りに、スペクトル帯域分割手段が出力する入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの各周波数帯域毎の平均スペクトルを用いてスペクトル振幅制限値、雑音振幅スペクトル補正ゲイン、雑音除去スペクトル補正ゲインを算出する。

【0027】

また、この発明に係る雑音抑圧装置は、前記スペクトル補正ゲイン算出手段が、入力信号の状態に応じて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの平滑係数を算出するスペクトル平滑係数算出手段と、

前記スペクトルの平滑係数を用いて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルを時間／周波数方向に平滑し、平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルを出力するスペクトル平滑手段と、

雑音振幅スペクトルの各振幅値に周波数成分毎の補正を行うための雑音振幅スペクトル補正ゲイン、および雑音除去スペクトルの各振幅値に周波数成分毎の補正を行うための雑音除去スペクトル補正ゲインを、前記平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルを用いて算出する補正ゲイン算出手段とを備える。

【 0 0 2 8 】

また、この発明に係る雑音抑圧装置は、前記時間／周波数変換手段からの入力振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出すると共に、雑音振幅スペクトル算出手段からの雑音振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出するスペクトル帯域分割手段を備え、

スペクトル平滑係数算出手段は、スペクトル帯域分割手段からの各周波数帯域毎の入力振幅平均スペクトルと各周波数帯域毎の雑音振幅平均スペクトルを用いて、入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの平滑係数を算出し、

スペクトル平滑手段は、スペクトル帯域分割手段からの各周波数帯域毎の入力振幅平均スペクトルと各周波数帯域毎の雑音振幅平均スペクトルを用いて、平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルを算出する。

【 0 0 2 9 】

また、この発明に係る雑音抑圧装置は、入力信号の状態に応じて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの平滑係数を算出するスペクトル平滑係数算出手段と、

前記スペクトルの平滑係数を用いて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルを時間／周波数方向に平滑し、平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルを出力するスペクトル平滑手段とを備え、

前記補正ゲイン算出手段が、入力振幅スペクトルと雑音振幅スペクトルの代わりに、平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルおよびスペクトル補正ゲイン制限値を用いて、雑音振幅スペクトル補正ゲインおよび雑音除去スペクトル補正ゲインを算出する。

【 0 0 3 0 】

また、この発明に係る雑音抑圧装置は、前記時間／周波数変換手段からの入力振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出すると共に、雑音振幅スペクトル算出手段からの雑音振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出するスペクトル帯域分割手段を備え、

前記スペクトル平滑係数算出手段とスペクトル平滑手段とスペクトル補正ゲイン制限値算出手段および補正ゲイン算出手段は、入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの代りに、前記スペクトル帯域分割手段からの出力を用いる。

【 0 0 3 1 】

また、この発明に係る雑音抑圧装置は、前記スペクトル平滑係数算出手段が、雑音らしさ分析手段が出力する判定結果に応じて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの平滑係数を算出する。

【 0 0 3 2 】

【発明の実施の形態】

実施の形態 1

ここでこの発明の雑音抑圧装置の実施の形態 1 を図面に従って説明する。

【 0 0 3 3 】

図 1 はこの発明の雑音抑圧装置の実施の形態 1 の構成を示すブロック図である。1 は入力信号端子、2 は時間／周波数変換手段、3 は雑音らしさ分析手段、4 は雑音振幅スペクトル算出手段、5 はスペクトル補正ゲイン制限値算出手段、6 は補正ゲイン算出手段、7 はスペクトル減算手段、8 はスペクトル抑圧手段、9 は周波数／時間変換手段、10 は出力信号端子である。

なお、この実施の形態 1 では、スペクトル補正ゲイン制限値算出手段 5 および補正ゲイン算出手段 6 でスペクトル補正ゲイン算出手段を構成している。

以下、図 1 に従ってこの発明の雑音抑圧装置の動作原理を説明する。

【 0 0 3 4 】

所定のサンプリング周波数(例えば 8kHz)でサンプリングされ、所定のフレーム単位(例えば 20ms)に分割された入力信号 $s[t]$ が入力信号端子 1 より入力される。この入力信号 $s[t]$ は背景雑音だけの場合もあれば背景雑音が混入した音声信号の場合もある。

【 0 0 3 5 】

時間／周波数変換手段 2 は、例えば 256 点 FFT (Fast Fourier Transform : 高速フーリエ変換)を用いて、入力信号 $s[t]$ を振幅スペクトル $S[f]$ と位相スペクトル $P[f]$ に変換する。なお FFT は公知の手法であるので説明は省略する。

【 0 0 3 6 】

雑音らしさ分析手段 3 は、線形予測分析手段 1 4、ローパスフィルタ 1 1、逆フィルタ 1 2、自己相関分析手段 1 3、更新速度係数決定手段 1 5 から構成される。

まず、ローパスフィルタ 1 1 で入力信号のフィルタ処理を行いローパスフィルタ信号を得る。このフィルタのカットオフ周波数は例えば 2kHz とする。ローパスフィルタ処理を行うことで高域雑音の影響を取り除くことができ安定した分析が行える。

【 0 0 3 7 】

次に線形予測分析手段 1 4 でローパスフィルタ信号の線形予測分析を行い、線形予測係数(例えば 10 次の α パラメータ)を得る。逆フィルタ 1 2 は線形予測係数を用いてローパスフィルタ信号を逆フィルタ処理してローパス線形予測残差信号(以下、ローパス残差信号と略す)を出力する。続いて自己相関分析手段 1 3 で、ローパス残差信号の自己相関分析を行い、正のピーク値を求めこれを RAC_{max} とする。

【 0 0 3 8 】

更新速度係数決定手段 1 5 は、例えば前出の RAC_{max} と、現フレームのローパス残差信号のパワー R_{pow} 、入力信号端子 1 より現フレームの全帯域パワー F_{pow} を用いて、雑音らしさレベル N_{level} を算出し、それを元に雑音振幅スペクトル更新速度係数 r を算出する。

【 0 0 3 9 】

雑音らしさレベル N_{level} は、 RAC_{max} と、 R_{pow} 、 F_{pow} を用いて、以下のルールによって決定される。ただし、 RAC_{th} 、 $R_{pow_{th}}$ 、 $F_{pow_{th}}$ はそれぞれ自己相関最大値の閾値、ローパス残差パワーの閾値、フレーム全帯域パワーの閾値で、おのこの所定の定数である。

【 0 0 4 0 】

start:

$N_{level} = 0$;;; 雑音らしさレベル値をゼロクリア

if ($RAC_{max} > RAC_{th}$) $N_{level} = N_{level} + 2$


```

if ( Rpow > Rpowth )      Nlevel = Nlevel + 1
if ( Fpow > Fpowth )      Nlevel = Nlevel + 1
    output Nlevel   ;;; 雑音らしさレベル値を出力
end:

```

【0 0 4 1】

雑音振幅スペクトル更新速度係数 r は、各々の雑音らしさレベル N_{level} に対応して、例えば表 1 に示すように与えられる。なお、 r が大きい程、保持している過去の雑音スペクトルの平均である雑音振幅スペクトル $N[f]$ に、現フレームの入力振幅スペクトル成分が大きく反映されることとなる。

【0 0 4 2】

【表 1】

雑音らしさレベル	雑音性	更新速度係数 r
0	雑音性大	0.5
1	・	0.6
2	・	0.8
3	・	0.95
4	雑音性小	0.999

【0 0 4 3】

雑音振幅スペクトル算出手段 4 は、雑音らしさ分析手段 3 が出力する雑音振幅スペクトル更新係数 r と時間／周波数変換手段 2 の出力する入力振幅スペクトル $S[f]$ から、式 (1) のように雑音振幅スペクトル $N[f]$ の更新を行う。 $N_{old}[f]$ は更新前の雑音振幅スペクトル、 $N_{new}[f]$ は更新後の雑音振幅スペクトルである。以降、雑音振幅スペクトル $N[f]$ は更新後の雑音振幅スペクトル $N_{new}[f]$ のことを指すこととする。

【0 0 4 4】

$$N_{new}[f] = (1 - r) \cdot N_{old}[f] + r \cdot S[f] \quad \dots \quad \text{式 1}$$

【0 0 4 5】

なお、雑音振幅スペクトル $N[f]$ の初期値は、雑音振幅スペクトル更新係数 r を1

.0として式(1)で求める。

【0046】

スペクトル補正ゲイン制限値算出手段5は、時間／周波数変換手段2の出力する入力振幅スペクトル $S[f]$ および雑音振幅スペクトル算出手段4の出力する雑音振幅スペクトル $N[f]$ を用いて、雑音振幅スペクトル補正ゲインの制限値 L_{α} 、および雑音除去スペクトル補正ゲインの制限値 L_{β} を算出する。

【0047】

まず、入力振幅スペクトル $S[f]$ のパワー P_s (デシベル値)を式(2)より求める。

$$P_s(\text{dB}) = 10 \log_{10} (\sum (S[f] \cdot S[f])) \quad \dots \quad \text{式2}$$

【0048】

次に式(3)より雑音振幅スペクトル $N[f]$ のパワー P_n (デシベル値)を求める。なお、 P_n は $P_{n_{\text{MIN}}} \leq P_n \leq 0$ の範囲に制限する。 $P_{n_{\text{MIN}}}$ は雑音信号パワーの最小値(デシベル値)を表す所定の定数である。 $\text{MAX}(a, b)$ は2つの引数 a, b のうち大きい方を選択する関数である。

【0049】

$$P_n(\text{dB}) = \text{MAX}(-10 \log_{10} (\sum (N[f] \cdot N[f])), P_{n_{\text{MIN}}}) \quad \dots \quad \text{式3}$$

【0050】

続いて、現フレーム全周波数帯域の入力信号と雑音信号のSN比 snr_{all} を、前出の P_s および P_n を用いて式(4)より求める。

$$\text{snr}_{\text{all}}(\text{dB}) = P_s + P_n \quad \dots \quad \text{式4}$$

【0051】

続いて、式(4)で求めた全帯域SN比 snr_{all} を用いて、式(5)に従って雑音振幅スペクトル補正ゲイン制限値 L_{α} を決定し、出力する。式(5)中の α_{MAX} は雑音振幅スペクトル補正ゲインの最大値(dB)、 α_{MIN} は雑音振幅スペクトル補正ゲインの最小値(dB)であり、それぞれ所定の定数である。また、 SNR_l 、 SNR_h は全帯域SN比に関する閾値であり、共に所定の定数である。なお、 L_{α} は、後述するスペクトル減算手段7における、入力振幅スペクトルから雑音振幅スペクトルを減算する引去り率の最大値リミッタである。図7に snr_{all} に対する式(5)の L

α の変化の概形を示す。

【 0 0 5 2 】

$$L_{\alpha} = \begin{cases} \alpha_{MAX} & ; snr_{all} \geq SNR_h \\ (\alpha_{MAX} - \alpha_{MIN}) snr_{all} + (SNR_h \alpha_{MIN} + SNR_l \alpha_{MAX}) / (SNR_h - SNR_l) & ; SNR_h > snr_{all} \geq SNR_l \\ \alpha_{MIN} & ; SNR_l > snr_{all} \end{cases} \quad \dots \dots \text{式 5}$$

【 0 0 5 3 】

続いて式 (6) を用い、入力信号パワー Ps と閾値 Ps_{th} との差 dPs を算出する。
 なお、 Ps_{th} は入力信号パワー閾値であり所定の定数である。

$$dPs(\text{dB}) = Ps - Ps_{th} \quad \dots \quad \text{式 6}$$

【 0 0 5 4 】

入力信号パワーと閾値との差 dPs を求めた後、式 (7) を用いて、雑音除去スペクトル補正ゲイン β [f] の制限値 L_{β} を決定し出力する。なお、 L_{β} は、後述のスペクトル抑圧手段における、振幅抑圧量の最大値リミッタである。図 8 に Ps に対する式 (7) の L_{β} の変化の概形を示す。

【 0 0 5 5 】

$$L_{\beta}(\text{dB}) = \begin{cases} Pn & dPs < 0 \\ Pn - dP & sdPs > 0 \text{かつ} Pn - dPs > 0 \\ 0 & Pn - dPs < 0 \end{cases} \quad \dots \quad \text{式 7}$$

【 0 0 5 6 】

補正ゲイン算出手段 6 は、雑音振幅スペクトル N [f] に周波数成分毎の補正を行うための雑音スペクトル補正ゲイン α [f]、および、後述の第 1 の雑音除去スペクトル S_s [t] に周波数成分毎の補正を行うための雑音除去スペクトル補正ゲイン α [f] を、入力振幅スペクトル S [f] および雑音振幅スペクトル N [f] および雑音振幅スペクトル補正ゲイン制限値 L_{α} および、雑音除去スペクトル補正ゲイン制限値 L_{β} を用いて算出する。

【 0 0 5 7 】

まず、入力振幅スペクトルと雑音振幅スペクトルの各周波数成分毎の SN 比 snr_s p [f] を式 (8) に従い求める。 fn はナイキスト周波数である。

【 0 0 5 8 】

$$snr_{sp}[f](dB) = \begin{cases} 20 \log_{10}(s[f]/N[f]) & \text{if } s[f] > N[f] \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad f = 0, \dots, f_n \quad \dots \text{式 8}$$

【 0 0 5 9 】

雑音振幅スペクトル補正ゲイン $\alpha[f]$ を、式 (9) に従い、式 (8) で求めた周波数毎のSN比 $snr_{sp}[f]$ と、雑音パワーの最小値 Pn_{MIN} と、雑音振幅スペクトル補正ゲインの制限値 L_{α} と、聴覚重み $W_{\alpha}[f]$ とを用いて算出する。式 (9) 中の雑音パワーの最小値 Pn_{MIN} は所定の定数である。また、 $MIN(a, b)$ は2つの引数 a, b のうち小さい方の値を返す関数である。

【 0 0 6 0 】

$$\begin{aligned} gain_{\alpha} &= MIN (snr_{sp}[f] \cdot W_{\alpha}[f] + Pn, \quad 0) \\ \alpha[f] &= L_{\alpha} \cdot \{ (Pn_{MIN} + gain_{\alpha}) / Pn_{MIN} \} \quad \dots \text{式 9} \end{aligned}$$

【 0 0 6 1 】

式 (9) を用いることにより、 $snr_{sp}[f]$ が大きくなる即ち周波数毎のSN比が高くなるにつれて、 $gain_{\alpha}$ が大きくなり、その結果雑音振幅スペクトル補正ゲイン $\alpha[f]$ が大きくなるので、後述するスペクトル減算手段 7 において、SN比が高いスペクトル成分は、入力信号スペクトルから雑音スペクトルを引き去る率が大きくなり、SN比が低いスペクトル成分は引き去る率が小さくなる。図 9 に $snr_{sp}[f]$ に対する $\alpha[f]$ の変化の概形を示す。

【 0 0 6 2 】

なお、聴覚重み $W_{\alpha}[f]$ は周波数 f をパラメータとした所定の重み係数であり、周波数が高くなる程、その値が大きくなるものである。この重み付けを行うことで高周波数領域において $\alpha[f]$ の値が小さくなるために高周波数領域での過度の抑圧を防ぎ、異音発生を防ぐ。図 1 1 に $W_{\alpha}[f]$ の概形を示す。

【 0 0 6 3 】

続いて、式 (10) に従い、第2の雑音除去スペクトル $Sr[f]$ の各振幅値を補正するための雑音除去スペクトル補正ゲイン $\beta[f]$ を、入力振幅スペクトル $S[f]$ 、雑音振幅スペクトル $N[f]$ 、聴覚重み $W_{\beta}[f]$ および雑音除去スペクトル補正ゲイン

制限値 L_{β} を用いて算出する。

【 0 0 6 4 】

$$\text{gain}_{\beta} = \text{MIN}(\text{snr}_{\text{sp}}[f] \cdot W_{\beta}[f] + L_{\beta}, \quad 0)$$

$$\beta[f] = 10^{(\text{gain}_{\beta}/20)} \quad \dots \quad \text{式 1 0}$$

【 0 0 6 5 】

式 (1 0) を用いることにより、 $\text{snr}_{\text{sp}}[f]$ が大きくなる即ちSN比が高くなるにつれて、 gain_{β} が小さくなり、その結果雑音除去スペクトル補正ゲイン $\beta[f]$ が大きくなるので、後述するスペクトル抑圧手段 8 において、SN比が高いスペクトル成分は、出力する雑音除去スペクトル振幅が大きくなり、SN比が低いスペクトル成分は出力振幅が小さくなる。図 1 0 に $\text{snr}_{\text{sp}}[f]$ に対する $\beta[f]$ の変化の概形を示す。

【 0 0 6 6 】

なお、聴覚重み $W_{\beta}[f]$ は前出の聴覚重み $W_{\alpha}[f]$ と同様に、周波数 f をパラメータとした所定の重み係数であり、周波数が高くなる程その値が大きくなるものである。この重み付けを行うことで高周波数領域において $\beta[f]$ の値が大きくなるために高周波数領域での過度の抑圧を防ぎ、異音発生を防ぐ。図 1 2 に $W_{\beta}[f]$ の概形を示す。

【 0 0 6 7 】

スペクトル減算手段 7 は、式 (1 1) のように入力振幅スペクトル $S[f]$ から、雑音振幅スペクトル $N[f]$ に補正ゲイン算出手段 6 が出力する雑音振幅スペクトル補正ゲイン $\alpha[f]$ を乗じて減算し、第 1 の雑音除去スペクトル $S_s[f]$ を出力する。また、第 1 の雑音除去スペクトル $S_s[f]$ が負になった場合には、0 または所定の低レベル雑音 $n[f]$ を挿入する埋め戻し処理を行う。補正ゲイン $\alpha[f]$ を雑音スペクトルに乘じることにより、SN比が低い場合は雑音スペクトル成分の引去りを抑え、SN比が高い場合には強く雑音スペクトル成分を引去ることにより、低SN時の過度のスペクトル引去りを抑えることができる。

【 0 0 6 8 】

$$S_s[f] = \begin{cases} S[f] - \alpha[f] \cdot N[f] & \text{if } S[f] - \alpha[f] \cdot N[f] \\ 0 \quad \text{or} \quad n[f] & \text{else} \end{cases} \quad \dots \quad \text{式 1 1}$$

【 0 0 6 9 】

スペクトル抑圧手段 8 は式 (1 2) を用いて、前記第 1 の雑音除去スペクトル $S_s[f]$ に、補正ゲイン算出手段 6 が出力する雑音除去スペクトル補正ゲイン $\beta[f]$ を乗じて、第 2 の雑音除去スペクトル $S_r[f]$ を出力する。補正ゲイン $\beta[f]$ を第 1 の雑音除去スペクトルに乘じることによって、上述のスペクトル減算手段 7 におけるスペクトル引去り残りの残留雑音および、スペクトル減算の結果生じる人工的雑音(楽音的雑音: musical noise)を抑圧する効果があり、また、低 SN 時には振幅抑圧を弱め、高 SN 時には振幅抑圧を強めることができるので、低 SN 時における過度の振幅抑圧を防止することができる。

【 0 0 7 0 】

$$S_r[f] = \beta[f] \cdot S_s[f] \quad \cdots \quad \text{式 1 2}$$

【 0 0 7 1 】

周波数／時間変換手段 9 は、時間／周波数変換手段 2 の逆の手順をとり、例えば逆 FFT を行って第 2 の雑音除去スペクトル $S_r[f]$ と位相スペクトル $P[f]$ とを用いて時間信号 $s_r[t]$ に変換し、前フレームの境界部分の信号と重ね合わせを行い、雑音抑圧信号を出力信号端子 1 0 より出力する。

【 0 0 7 2 】

雑音振幅スペクトル補正ゲイン $\alpha[f]$ を雑音スペクトルに乘じることにより、SN 比が低い場合は雑音スペクトル成分の引去りを抑え、SN 比が高い場合には強く雑音スペクトル成分を引去ることにより、低 SN 時の過度のスペクトル引去りを抑えることができ、また、雑音除去スペクトル補正ゲイン $\beta[f]$ を第 1 の雑音除去スペクトルに乘じることによって、スペクトル減算におけるスペクトル引去り残りの残留雑音および、スペクトル減算の結果生じる人工的雑音(楽音的雑音: musical noise)を抑圧する効果がある。

【 0 0 7 3 】

また、低 SN 時には振幅抑圧を弱め、高 SN 時には振幅抑圧を強めることができるので、低 SN 時における過度の振幅抑圧を防止できると共に、更に、語頭など急に入力音声信号レベルが変化するような部分においても、雑音信号レベルだけでなく入力信号レベルに応じたスペクトル減算およびスペクトル振幅抑圧

処理を行っているので、過度のスペクトル減算および抑圧処理による語頭の隠滅感やスペクトル変形感などの発生を防止でき、雑音区間での雑音抑圧量を大きく保ったまま、音声区間における過度のスペクトル抑圧を防止し、良好な雑音抑圧ができる。

【0074】

実施の形態 2

次に、この発明の雑音抑圧装置の実施の形態 2 を図面に従って説明する。

【0075】

図 2 は実施の形態 2 の構成を示すブロック図である。図 1 と比較した構成は、スペクトル補正ゲイン制限値算出手段 5 を取り除き、新たにスペクトル平滑係数算出手段 21 およびスペクトル平滑手段 22 を設けたことである。その他の構成については実施の形態 1 と同等であるので説明は省略する。以下、図 2 に従って実施の形態 2 の動作原理を説明する。

【0076】

スペクトル平滑係数算出手段 21 は、例えば、雑音らしさ判定手段 3 が出力する入力信号の雑音らしさ判定結果のレベルに応じて、スペクトルの時間軸方向の平滑に用いるスペクトル時間方向平滑係数 γ_t 、スペクトルの周波数軸方向の平滑にもちいるスペクトル周波数方向平滑係数 γ_f を算出する。

【0077】

雑音らしさに対応して平滑係数を算出する方法として、例えば、表 2 に示すような雑音らしさレベルと対応する平滑係数をテーブルを用いて参照することが可能である。こうすることで、雑音性が大きい場合、即ち雑音区間では平滑を強めるような平滑係数 γ_t, γ_f を選択し、雑音性が小さい、即ち音声部分では平滑を弱めるような平滑係数 γ_t, γ_f を選択し出力することが可能となる。

【0078】

表 2

雑音らしさレベル	雑音らしさ	平滑係数 γ_t	平滑係数 γ_f
0	雑音性大	0.5	0.7
1	・	0.6	0.8
2	・	0.7	0.85
3	・	0.8	0.9
4	雑音性小	0.9	0.95

【 0 0 7 9 】

スペクトル平滑手段 2 2 は、式 (1 3) ，式 (1 4) に従い、時間方向平滑係数 γ_t 、周波数方向平滑係数 γ_f を用いて入力振幅スペクトル $S[f]$ および雑音振幅スペクトル $N[f]$ を時間方向および周波数方向に平滑し、平滑化入力振幅スペクトル $S_{sm}[f]$ および平滑化雑音振幅スペクトル $N_{sm}[f]$ を算出する。

【 0 0 8 0 】

まず、式 (1 3) を用いて入力振幅スペクトル $S[f]$ および雑音振幅スペクトル $N[f]$ の時間方向の平滑化を行い、時間方向平滑化入力振幅スペクトル $S_t[f]$ 、時間方向平滑化雑音振幅スペクトル $N_t[f]$ を算出する。式 (1 3) 中の $S_{pre}[f]$ 、 $N_{pre}[f]$ はそれぞれ前フレームの入力振幅スペクトル、雑音振幅スペクトルである。 fn はナイキスト周波数である。

【 0 0 8 1 】

$$S_t[f] = \gamma_t \cdot S[f] + (1 - \gamma_t) \cdot S_{pre}[f], \quad f=0, \dots, fn$$

$$N_t[f] = \gamma_t \cdot N[f] + (1 - \gamma_t) \cdot N_{pre}[f], \quad f=0, \dots, fn$$

・・・ 式 1 3

【 0 0 8 2 】

続いて、式 (1 4) を用いて式 (1 3) で得られた時間方向平滑化入力振幅スペクトル $S_t[f]$ 、時間方向平滑化雑音振幅スペクトル $N_t[f]$ の周波数方向の平滑化を行い、スペクトル平滑手段の出力結果である平滑化入力振幅スペクトル $S_{sm}[f]$ 、平滑化雑音振幅スペクトル $N_{sm}[f]$ を算出する。

【 0 0 8 3 】

$$S_{sm}[f] = \gamma_f \cdot S_t[f] + (1 - \gamma_f) \cdot S_t[f-1], \quad f=1, \dots, fn$$

$$N_{sm}[f] = \gamma_f \cdot N_t[f] + (1 - \gamma_f) \cdot N_t[f-1], \quad f=1, \dots, fn$$

... 式 1 4

【 0 0 8 4 】

補正ゲイン算出手段 6 は、入力振幅スペクトル $S[f]$ および雑音振幅スペクトル $N[f]$ の代りに、平滑化入力振幅スペクトル $S_{sm}[f]$ および平滑化雑音振幅スペクトル $N_{sm}[f]$ を用いて、雑音振幅スペクトル補正ゲイン $\alpha[f]$ および雑音除去スペクトル補正ゲイン $\beta[f]$ を算出する。

【 0 0 8 5 】

まず、式 (1 5) を用いて、平滑化入力振幅スペクトル $S_{sm}[f]$ と平滑化雑音振幅スペクトル $N_{sm}[f]$ を用いて、各周波数成分毎の平滑化 SN 比 $snr_{sp-sm}[f]$ を求める。

【 0 0 8 6 】

$$snr_{sp-sm}[f] \text{ (dB)} = \begin{cases} 20 \log_{10} S_{sm}[f] / N_{sm}[f] & \text{if } S_{sm}[f] > N_{sm}[f] \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad f = 0, \dots, fn$$

... 式 1 5

【 0 0 8 7 】

次に、平滑化 SN 比 $snr_{sp-sm}[f]$ を用いて、式 (1 6) および式 (1 7) から、平滑化雑音振幅スペクトル補正ゲイン $\alpha_{sm}[f]$ および、平滑化雑音除去スペクトル補正ゲイン $\beta_{sm}[f]$ を算出する。

【 0 0 8 8 】

$$\begin{aligned} gain_{\alpha} &= \text{MIN} (snr_{sp-sm}[f] \cdot W_{\alpha}[f] + Pn, 0) \\ \alpha_{sm}[f] &= \alpha_{MAX} \cdot \{ (Pn_{MIN} + gain_{\alpha}) / Pn_{MIN} \} \end{aligned} \quad \dots \text{式 1 6}$$

【 0 0 8 9 】

$$\begin{aligned} gain_{\beta} &= \text{MIN} (snr_{sp-sm}[f] \cdot W_{\beta}[f] + Pn (= \beta_{MIN}), 0) \\ \beta_{sm}[f] &= 10^{(gain_{\beta} / 20)} \end{aligned}$$

... 式 1 7

【 0 0 9 0 】

平滑化 SN 比 $snr_{sm}[f]$ を用いて補正ゲインを求めることにより、雑音信号に対する入力音声のレベル比即ち SN 比が小さい雑音区間では、スペクトル補正ゲインの

変動を大きく抑制し、音声区間のようにSN比が高い区間では、補正ゲインの変動をあまり抑制しない動作となる。

【0091】

なお、式(16)と式(17)において、前述の実施の形態1における式(9)および式(10)と異なる部分は、雑音振幅スペクトル補正ゲイン制限値 L_{α} 、および雑音除去スペクトル補正ゲイン制限値 L_{β} を用いない点である。また、式中の α_{MAX} は雑音振幅スペクトル補正ゲイン最大値、 β_{MIN} は雑音除去スペクトル補正ゲイン最小値であり($\beta_{MIN} = Pn$)、それぞれ所定の定数である。

【0092】

雑音らしさレベルに対応したスペクトル平滑係数の制御を行うことで、雑音性が大きい場合には平滑を強くし、雑音性が小さい即ち音声部分では平滑を弱めるような平滑係数を選択し、雑音性が大きい即ち雑音区間では平滑を強めるような平滑係数を選択することができるので、更にスペクトル補正ゲインの適切な制御が行うことができ、良好な雑音抑圧を行うことができる。

【0093】

上記雑音除去スペクトルの不連続感緩和効果は、高雑音レベル時などスペクトル補正ゲインの精度が低くなる低SN時において特に高くなる。

【0094】

実施の形態3

実施の形態1の別の形態として、実施の形態1の構成に実施の形態2で説明したスペクトル平滑化処理を導入することも可能である。図3はこの実施の形態3の構成を示すブロック図である。

【0095】

スペクトル補正ゲイン制限値算出手段5は、実施の形態2で説明した手順により、スペクトル平滑手段22が算出した平滑化入力振幅スペクトル $S_{sm}[f]$ および平滑化雑音振幅スペクトル $N_{sm}[f]$ を用いて、実施の形態1と同様な手順で、雑音振幅スペクトル補正ゲインの制限値 L_{α} 、および雑音除去スペクトル補正ゲインの制限値 L_{β} を算出する。

【0096】

補正ゲイン算出手段 6 は、スペクトル平滑手段 2 2 からの平滑化入力振幅スペクトル $S_{sm}[f]$ および平滑化雑音振幅スペクトル $N_{sm}[f]$ 並びにスペクトル補正ゲイン制限値算出手段 5 からの雑音振幅スペクトル補正ゲイン制限値 L_α 、および雑音除去スペクトル補正ゲイン制限値 L_β を用い、前述の実施の形態 1 と同様に式 (9) および式 (10) により、雑音振幅スペクトル補正ゲイン $\alpha[f]$ および雑音除去スペクトル補正ゲイン $\beta[f]$ を算出する。

【0097】

他の構成については実施の形態 1 および実施の形態 2 で説明したものと同等であるので説明は省略する。

【0098】

この実施の形態の構成をとることで、実施の形態 1 の効果に加え、実施の形態 2 の相乗効果により、更に適切な雑音抑圧を行うことが可能である。

【0099】

実施の形態 4

入力音声の状態に応じてスペクトル平滑係数を算出する方法として、例えば、現フレームの SN 比を用いても構わない。図 4 はこの実施の形態 4 の構成を示すブロック図である。

【0100】

スペクトル平滑係数算出手段 2 1 では、まず式 (18) を用いて現フレームの入力信号の SN 比 SNR_{fr} を求める。

【0101】

$$SNR_{fr}(dB) = 10 \log_{10} \frac{\sum S[f] \cdot S[f]}{\sum N[f] \cdot N[f]} \quad \dots \quad \text{式 18}$$

【0102】

次に、式 (19) より、フレームの SN 比 SNR_{fr} を用いて、スペクトルの時間方向の平滑に用いるスペクトル時間方向平滑係数の仮の係数 γ_t' 、スペクトルの周波数方向の平滑に用いるスペクトル周波数方向平滑係数の仮の係数 γ_f' を求める。

【0 1 0 3】

$$\gamma_t' = \begin{cases} 0.9 & \text{if } \text{SNR}_f > \text{SNRth}_f \\ 0.5 & \text{else} \end{cases}$$

$$\gamma_f' = \begin{cases} 0.9 & \text{if } \text{SNR}_f > \text{SNRth}_f \\ 0.5 & \text{else} \end{cases} \quad \dots \quad \text{式 1 9}$$

【0 1 0 4】

続いて、式 (2 0) より、仮の平滑係数 γ_t' 、 γ_f' を前フレームの平滑係数 $\gamma(\text{old})_t$ 、 $\gamma(\text{old})_f$ を用いて AR 平滑を行い、スペクトル時間方向平滑係数 γ_t およびスペクトル周波数方向平滑係数 γ_f を出力する。

【0 1 0 5】

$$\gamma_t = 0.8 \cdot \gamma_t' + 0.2 \cdot \gamma(\text{old})_t$$

$$\gamma_f = 0.8 \cdot \gamma_f' + 0.2 \cdot \gamma(\text{old})_f \quad \dots \quad \text{式 2 0}$$

【0 1 0 6】

この実施の形態のように、入力信号の SN 比に応じたスペクトル平滑係数を用いて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルを平滑化し、それらを用いて算出したスペクトル補正ゲインを用いて雑音抑圧処理を行うことで、入力信号の SN 比に応じてスペクトル補正ゲインの変動を制御することができ、例えば、雑音区間などの低 SN 時において、雑音除去スペクトルの時間方向および周波数方向の不連続感を緩和することできるので、出力音声の異音発生を抑えることができ、安定した雑音抑圧を行うことができる。

【0 1 0 7】

実施の形態 5

発明の実施の形態 1 の別の形態として、入力振幅スペクトルをその周波数成分毎ではなく、複数の帯域に分割し、帯域毎の平均スペクトルを用いて、雑音振幅スペクトル補正ゲインおよび雑音除去スペクトル補正ゲインを算出し、それらを用いて各々スペクトル補正を行うことも可能である。

【0 1 0 8】

この実施の形態 5 ではスペクトル補正ゲイン制限値算出手段 5 の前段に、前記時間／周波数変換手段からの入力振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、

各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出すると共に、雑音振幅スペクトル算出手段からの雑音振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出するスペクトル帯域分割手段を備える。

【 0 1 0 9 】

スペクトル帯域分割手段は、入力振幅スペクトルを、例えば16の帯域に分割し、式(21)に示すようにそれぞれの帯域(チャンネルchと呼ぶ)について入力信号の平均スペクトル $S_{ave}[ch]$ および、雑音信号の平均スペクトル $N_{ave}[ch]$ を求める。 n_{ch} はチャンネルch中のスペクトル成分数である。

【 0 1 1 0 】

$$S_{ave}[ch] = \sum_f^{n_{ch}} S[f] / n_{ch}$$

$$N_{ave}[ch] = \sum_f^{n_{ch}} N[f] / n_{ch} \quad \dots \quad \text{式 2 1}$$

【 0 1 1 1 】

ついで、スペクトル補正ゲイン制限値算出手段5は、式(21)で求めたチャンネル別の平均スペクトル $S_{ave}[ch]$ 、 $N_{ave}[ch]$ を用いて、式(22)より入力信号パワー Ps_{ave} および雑音信号パワー Pn_{ave} を求め、全帯域SN比 $snr_{all-ave}$ を求める。 Pn_{MIN} は最低雑音パワーであり所定の定数である。

【 0 1 1 2 】

$$Ps_{ave} \text{ (dB)} = 10 \log_{10} \left(\sum S_{ave}[ch] \cdot S_{ave}[ch] \right)$$

$$Pn_{ave} \text{ (dB)} = \text{MAX} \left(-10 \log_{10} \left(\sum N_{ave}[ch] \cdot N_{ave}[ch] \right), Pn_{MIN} \right)$$

$$snr_{all-ave} = Ps_{ave} + Pn_{ave} \quad \dots \quad \text{式 2 2}$$

【 0 1 1 3 】

つづいて、上述の発明の実施の形態1における Ps 、 Pn の代わりに、上記得られた入力信号パワー Ps_{ave} 、雑音信号パワー Pn_{ave} を用いて、雑音振幅スペクトル補正ゲイン制限値 L_{α} 、雑音除去スペクトル補正ゲイン制限値 L_{β} を算出する。

【 0 1 1 4 】

補正ゲイン算出手段6では、各チャンネル毎のSN比 $snr_{sp}[ch]$ を式(23)より求め、それを用いて各チャンネル毎に雑音振幅スペクトル補正ゲイン $\alpha[ch]$ 、雑音除去スペクトル補正ゲイン $\beta[ch]$ を算出する。 N_{ch} はチャンネル総数である。

【0 1 1 5】

$$\text{snr}_{\text{sp}}[\text{ch}](\text{dB}) = \begin{cases} 20 \log_{10} (S_{\text{ave}}[\text{ch}] / N_{\text{ave}}[\text{ch}]) & \text{if } S_{\text{ave}}[\text{ch}] > N_{\text{ave}}[\text{ch}] \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad \text{ch} = 0, \dots, N_{\text{CH}} \quad \text{式 2 3}$$

【0 1 1 6】

スペクトル減算手段 7、スペクトル抑圧手段 8 では、各々入力された補正ゲインから、スペクトル各成分に対応する値を展開し、スペクトル減算およびスペクトル振幅抑圧を行う。

【0 1 1 7】

本実施の形態の構成をとることで、発明の実施の形態 1 が持つ効果に加えて、スペクトル補正ゲインの算出を行うための演算量や、スペクトル補正ゲインを格納するメモリ量を削減できる効果がある。

【0 1 1 8】

実施の形態 6

実施の形態 4 の別の形態として、入力振幅スペクトルをその周波数成分毎ではなく、複数の帯域に分割し、帯域毎の平均スペクトルを用いて、スペクトル平滑係数を算出することも可能である。図 5 はこの実施の形態 6 の構成図である。

【0 1 1 9】

図 5 において、2 3 は前記時間／周波数変換手段からの入力振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出すると共に、雑音振幅スペクトル算出手段からの雑音振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出するスペクトル帯域分割手段である。

【0 1 2 0】

スペクトル帯域分割手段 2 3 は、上述の式 (2 1) と同様にして、入力振幅スペクトルを例えば 16 の帯域に分割し、それぞれの帯域 (チャネル ch と呼ぶ) について入力信号の平均スペクトル $S_{\text{ave}}[\text{ch}]$ および、雑音信号の平均スペクトル $N_{\text{ave}}[\text{ch}]$ を求める。

【0 1 2 1】

つづいて、スペクトル平滑係数算出手段 2 1 が、入力信号の平均スペクトル S_a

$S_{ave}[ch]$ 、雑音信号の平均スペクトル $N_{ave}[ch]$ から、式(24)を用いて現フレームの入力信号のSN比 SNR_{fr-ave} を求める。

【0 1 2 2】

$$SNR_{fr-ave}(dB) = 10 \log_{10} \frac{\sum S_{ave}[ch] \cdot S_{ave}[ch]}{\sum N_{ave}[ch] \cdot N_{ave}[ch]} \quad \dots \quad \text{式 2 4}$$

【0 1 2 3】

次に、上述の発明の実施の形態2における式(14)および式(15)を用いて、上述のフレームのSN比 SNR_{fr} の代わりに、平均スペクトルを用いて算出したフレームのSN比 SNR_{fr-ave} を用いて、スペクトル時間方向平滑係数 γ_t およびスペクトル周波数方向平滑係数 γ_f を出力する。

【0 1 2 4】

スペクトル平滑手段22は、式(25)、式(26)に従い、上記平均スペクトルから得られた時間方向平滑係数 γ_t 、周波数方向平滑係数 γ_f を用いて入力信号の平均スペクトル $S_{ave}[ch]$ および雑音信号の平均スペクトル $N_{ave}[ch]$ を時間方向および周波数方向に平滑し、平滑化入力平均スペクトル $S_{sm-ave}[ch]$ および平滑化雑音平均スペクトル $N_{sm-ave}[ch]$ を算出する。

【0 1 2 5】

まず、式(25)を用いて、入力信号の平均スペクトル $S_{ave}[ch]$ および雑音信号の平均スペクトル $N_{ave}[ch]$ の時間方向の平滑化を行い、時間方向平滑化入力信号の平均スペクトル $S_{t-ave}[ch]$ 、時間方向平滑化雑音信号の平均スペクトル $N_{t-ave}[ch]$ を算出する。式(25)中の $S_{pre-ave}[ch]$ 、 $N_{pre-ave}[ch]$ はそれぞれ前フレームの入力信号平均スペクトル、雑音信号平均スペクトルである。 N_{ch} は最大チャンネル数である。

【0 1 2 6】

$$\begin{aligned} S_{t-ave}[ch] &= \gamma_t \cdot S_{ave}[ch] + (1 - \gamma_t) \cdot S_{pre-ave}[ch], & ch=0, \dots, N_{ch} \\ N_{t-ave}[ch] &= \gamma_t \cdot N_{ave}[ch] + (1 - \gamma_t) \cdot N_{pre-ave}[ch], & ch=0, \dots, N_{ch} \\ & & \dots \quad \text{式 2 5} \end{aligned}$$

【0 1 2 7】

続いて、式(26)を用いて、式(25)で得られた時間方向平滑化入力信号の平均スペクトル $S_{t-ave}[ch]$ 、時間方向平滑化雑音信号の平均スペクトル $N_{t-ave}[ch]$ の周波数方向の平滑化を行い、スペクトル平滑手段の出力結果である平滑化入力振幅スペクトル $S_{sm-ave}[ch]$ 、平滑化雑音振幅スペクトル $N_{sm-ave}[ch]$ を算出する。

【0128】

$$\begin{aligned} S_{sm-ave}[ch] &= \gamma_f \cdot S_{t-ave}[ch] + (1 - \gamma_f) \cdot S_{t-ave}[ch-1], & ch=0, \dots, N_{ch} \\ N_{sm-ave}[ch] &= \gamma_f \cdot N_{t-ave}[ch] + (1 - \gamma_f) \cdot N_{t-ave}[ch-1], & ch=0, \dots, N_{ch} \\ & \dots \text{式26} \end{aligned}$$

【0129】

補正ゲイン算出手段6は、平滑化入力振幅スペクトル $S_{sm}[f]$ および平滑化雑音振幅スペクトル $N_{sm}[f]$ の代わりに、平滑化入力信号の平均スペクトル $S_{sm-ave}[ch]$ および平滑化雑音振幅スペクトル $N_{sm-ave}[ch]$ を用いて、チャンネル毎の雑音振幅スペクトル補正ゲイン $\alpha[ch]$ および雑音除去スペクトル補正ゲイン $\beta[ch]$ を算出する。

【0130】

まず、式(27)を用いて、平滑化入力信号の平均スペクトル $S_{sm-ave}[ch]$ と平滑化雑音振幅スペクトル $N_{sm-ave}[ch]$ を用いて、各チャンネル毎の平滑化SN比 $snr_{sm-ave}[f]$ を求める。

【0131】

$$snr_{ch-sm}[ch](dB) = \begin{cases} 20 \log_{10}(S_{sm-ave}[ch]/N_{sm-ave}[ch]) & \text{if } S_{sm-ave}[ch] > N_{sm-ave}[ch] \\ 0 & \text{else} \end{cases} \dots \text{式27}$$

【0132】

次に、平滑化SN比 $snr_{ch-sm}[ch]$ を用いて、式(28)および式(29)から、平滑化雑音振幅スペクトル補正ゲイン $\alpha_{sm}[ch]$ および、平滑化雑音除去スペクトル補正ゲイン $\beta_{sm}[ch]$ を算出する。

【0133】

$$\begin{aligned} gain_{\alpha} &= \text{MIN}(snr_{ch-sm}[ch] \cdot W_{\alpha}[ch] + P_n, 0) \\ \alpha_{sm}[ch] &= \alpha_{MAX} \cdot \{(P_{nMIN} + gain_{\alpha}) / P_{nMIN}\} \dots \text{式28} \end{aligned}$$

【 0 1 3 4 】

$$\text{gain}_\beta = \text{MIN}(\text{snr}_{\text{ch-sm}}[\text{ch}] \cdot W_\beta[\text{ch}] + P_n (= \beta_{\text{MIN}}, 0)$$

$$\beta_{\text{sm}}[\text{ch}] = 10^{(\text{gain}_\beta / 20)} \quad \dots \quad \text{式 2 9}$$

【 0 1 3 5 】

以上，得られた平滑化雑音振幅スペクトル補正ゲイン $\alpha_{\text{sm}}[\text{ch}]$ および，平滑化雑音除去スペクトル補正ゲイン $\beta_{\text{sm}}[\text{ch}]$ を用いて，スペクトル減算およびスペクトル抑圧処理を行う。

【 0 1 3 6 】

この実施の形態の構成をとることで，発明の実施の形態 2 が持つ効果に加えて，スペクトル平滑係数の算出およびスペクトル平滑を行うための演算量や，スペクトル平滑係数を格納するメモリ量を削減できる効果がある。

【 0 1 3 7 】

実施の形態 7

実施の形態 3 の別の形態として，上記実施の形態 5 および実施の形態 6 の構成を組み合わせた構成も可能である。図 6 は，この実施の形態 7 の構成図である。

【 0 1 3 8 】

スペクトル帯域分割手段 2 3 は実施の形態 6 と同様に入力振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し，各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出すると共に，雑音振幅スペクトル算出手段からの雑音振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し，各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出する

【 0 1 3 9 】

スペクトル平滑手段 2 2 は，スペクトル平滑係数算出手段 2 1 から得られた時間方向平滑係数 γ_t ，周波数方向平滑係数 γ_f を用いて入力信号の各周波数帯域毎の平均スペクトル $S_{\text{ave}}[\text{ch}]$ および雑音信号の各周波数帯域毎の平均スペクトル $N_{\text{ave}}[\text{ch}]$ を時間方向および周波数方向に平滑し，平滑化入力平均スペクトル $S_{\text{sm-ave}}[\text{ch}]$ および平滑化雑音平均スペクトル $N_{\text{sm-ave}}[\text{ch}]$ を算出する。

【 0 1 4 0 】

ついで，スペクトル補正ゲイン制限値算出手段 5 は，平滑化入力平均スペクトル $S_{\text{sm-ave}}[\text{ch}]$ および平滑化雑音平均スペクトル $N_{\text{sm-ave}}[\text{ch}]$ を用いて，式 (2 2

より入力信号パワー Ps_{ave} および雑音信号パワー Pn_{ave} を求め、全帯域SN比 $snr_{a11-ave}$ を求める。 Pn_{MIN} は最低雑音パワーであり所定の定数である。

【0 1 4 1】

つづいて、上述の発明の実施の形態1における Ps 、 Pn の代わりに、上記得られた入力信号パワー Ps_{ave} 、雑音信号パワー Pn_{ave} を用いて、雑音振幅スペクトル補正ゲイン制限値 L_{α} 、雑音除去スペクトル補正ゲイン制限値 L_{β} を算出する。

【0 1 4 2】

補正ゲイン算出手段6では、各チャネル毎のSN比 $snr_{sp}[ch]$ を式(23)より求め、それを用いて各チャネル毎に雑音振幅スペクトル補正ゲイン $\alpha[ch]$ 、雑音除去スペクトル補正ゲイン $\beta[ch]$ を算出する。 N_{ch} はチャネル総数である。

【0 1 4 3】

他の構成については実施の形態5および実施の形態6で説明したものと同等であるので説明は省略する。

【0 1 4 4】

この実施の形態の構成をとることで、実施の形態3が持つ効果に加えて、スペクトル補正ゲイン、スペクトル平滑係数を算出およびスペクトル平滑を行うための演算量や、スペクトル補正ゲイン、スペクトル平滑係数を格納するメモリ量を削減できる効果がある。

【0 1 4 5】

【発明の効果】

【0 1 4 6】

以上述べたようにこの発明の雑音抑圧装置によれば、

入力信号フレームの雑音らしさの判定結果に基づいて、そのフレームの入力振幅スペクトルを用いて算出された雑音振幅スペクトルと、入力振幅スペクトルと夫々の所定係数を用いて雑音振幅スペクトル補正ゲインおよび雑音除去スペクトル補正ゲインを算出し、前記入力振幅スペクトルから、前記雑音振幅スペクトルに前記補正ゲイン算出手段が出力する雑音振幅スペクトル補正ゲインを乗じて減算して出力された第1の雑音除去スペクトルに、前記補正ゲイン算出手段が出力する雑音除去スペクトル補正ゲインを乗じて、第2の雑音除去スペクトルを出力

し、前記第2の雑音除去スペクトルを時間軸信号に変換しているので、語頭など急に入力音声信号レベルが変化するような部分においても、雑音信号レベルだけでなく入力信号レベルに応じたスペクトル減算およびスペクトル振幅抑圧処理を行っているので、過度のスペクトル減算および抑圧処理による語頭の隠滅感やスペクトル変形感などの発生を防止でき、雑音区間での雑音抑圧量を大きく保ったまま、音声区間における過度のスペクトル抑圧を防止し、良好な雑音抑圧ができる。

【0147】

また、雑音除去スペクトル補正ゲインを第1の雑音除去スペクトルに乗じることによって、スペクトル減算におけるスペクトル引去り残りの残留雑音および、スペクトル減算の結果生じる人工的雑音(楽音的雑音: musical noise)を抑圧する効果がある。

【0148】

また、この発明の雑音抑圧装置によれば、入力信号の状態に応じた入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの平滑係数を用いて、入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルを時間／周波数方向に平滑し、平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルを算出して、この平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルを用い雑音振幅スペクトル補正ゲインおよび雑音除去スペクトル補正ゲインを算出して、雑音らしさレベルに対応したスペクトル平滑係数の制御を行うことで、雑音性が大きい場合には平滑を強くし、雑音性が小さい即ち音声部分では平滑を弱めるような平滑係数を選択し、雑音性が大きい即ち雑音区間では平滑を強めるような平滑係数を選択することができるので、更にスペクトル補正ゲインの適切な制御が行うことができ、良好な雑音抑圧を行うことができる。

【0149】

また、この発明の雑音抑圧装置によれば、入力振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出すると共に、雑音振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出するスペクトル帯域分割手段を備え、

スペクトルの平滑係数および平滑化スペクトルの算出に各周波数帯域毎の平均スペクトルを用いることにより、

過度のスペクトル減算および抑圧処理による語頭の隠滅感やスペクトル変形感などの発生を防止でき、雑音区間での雑音抑圧量を大きく保ったまま、音声区間における過度のスペクトル抑圧を防止し、良好な雑音抑圧ができる。

また、雑音らしさレベルに対応したスペクトル平滑係数の制御を行うことで、雑音性が大きい場合には平滑を強くし、雑音性が小さい即ち音声部分では平滑を弱めるような平滑係数を選択し、雑音性が大きい即ち雑音区間では平滑を強めるような平滑係数を選択することができるので、更にスペクトル補正ゲインの適切な制御を行うことができ、良好な雑音抑圧を行うことができる。

【0150】

また、この発明の雑音抑圧装置によれば、入力信号の状態に応じたスペクトル平滑係数を用いて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルを平滑化し、それらを用いて算出したスペクトル補正ゲインを用いて雑音抑圧処理を行うことで、入力信号の状態に応じてスペクトル補正ゲインの変動を制御することができ、例えば、雑音区間などの低SN時において、雑音除去スペクトルの時間方向および周波数方向の不連続感を緩和することできるので、出力音声の異音発生を抑えることができ、安定した雑音抑圧を行うことができる。

【0151】

また、この発明の雑音抑圧装置によれば、入力信号の状態に応じて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの平滑係数を用いて入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルを時間／周波数方向に平滑し、平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルを算出し、この平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルおよびスペクトル補正ゲイン制限値を用いて、雑音振幅スペクトル補正ゲインおよび雑音除去スペクトル補正ゲインを算出しているので、

過度のスペクトル減算および抑圧処理による語頭の隠滅感やスペクトル変形感などの発生を防止でき、雑音区間での雑音抑圧量を大きく保ったまま、音声区間における過度のスペクトル抑圧を防止し、良好な雑音抑圧ができる、効果に加え

て、スペクトル補正ゲインの算出を行うための演算量や、スペクトル補正ゲインを格納するメモリ量を削減できる効果がある。

【0152】

また、この発明の雑音抑圧装置によれば、
入力振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを算出すると共に、雑音振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを用いて、入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの平滑係数を算出し、この各周波数帯域毎の入力振幅平均スペクトルと各周波数帯域毎の雑音振幅平均スペクトルを用いて、平滑化入力振幅スペクトルおよび平滑化雑音振幅スペクトルを算出しているため、雑音らしさレベルに対応したスペクトル平滑係数の制御が行われ、雑音性が大きい場合には平滑を強くし、雑音性が小さい即ち音声部分では平滑を弱めるような平滑係数を選択し、雑音性が大きい即ち雑音区間では平滑を強めるような平滑係数を選択することができるので、更にスペクトル補正ゲインの適切な制御を行うことができ、良好な雑音抑圧を行うことができる。

更に加えて、スペクトル平滑係数の算出およびスペクトル平滑を行うための演算量や、スペクトル平滑係数を格納するメモリ量を削減できる効果がある。

【0153】

また、この発明の雑音抑圧装置によれば、

前記スペクトル平滑係数算出手段とスペクトル平滑手段とスペクトル補正ゲイン制限値算出手段および補正ゲイン算出手段は、入力振幅スペクトルおよび雑音振幅スペクトルの代りに、入力振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルと、雑音振幅スペクトルを複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域毎の平均スペクトルを用いることをにより、

過度のスペクトル減算および抑圧処理による語頭の隠滅感やスペクトル変形感などの発生を防止でき、雑音区間での雑音抑圧量を大きく保ったまま、音声区間における過度のスペクトル抑圧を防止し、良好な雑音抑圧ができる。

また、雑音らしさレベルに対応したスペクトル平滑係数の制御を行うことで、雑音性が大きい場合には平滑を強くし、雑音性が小さい即ち音声部分では平滑を

弱めるような平滑係数を選択し、雑音性が大きい即ち雑音区間では平滑を強めるような平滑係数を選択することができるので、更にスペクトル補正ゲインの適切な制御が行うことができ、良好な雑音抑圧を行うことができる。

更に加えて、スペクトル補正ゲイン、スペクトル平滑係数を算出およびスペクトル平滑を行うための演算量や、スペクトル補正ゲイン、スペクトル平滑係数を格納するメモリ量を削減できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 の構成を示すブロック図である。

【図 2】 この発明の実施の形態 2 の構成を示すブロック図である。

【図 3】 この発明の実施の形態 3 の構成を示すブロック図である。

【図 4】 この発明の実施の形態 4 の構成を示すブロック図である。

【図 5】 この発明の実施の形態 6 の構成を示すブロック図である。

【図 6】 この発明の実施の形態 7 の構成を示すブロック図である。

【図 7】 全周波数帯域の SN 比に対する雑音振幅スペクトル補正ゲイン制限値の変化図である。

【図 8】 入力信号パワーに対する雑音除去スペクトル補正ゲイン制限値の変化図である。

【図 9】 雑音振幅スペクトル補正ゲインの変化図である。

【図 10】 雑音除去スペクトル補正ゲインの変化図である。

【図 11】 雑音振幅スペクトル補正ゲインに関する聴覚重み W_{α} の概形図である。

【図 12】 雑音除去スペクトル補正ゲインに関する聴覚重み W_{β} の概形図である。

【図 13】 従来の雑音抑圧装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1 入力信号端子、2 時間／周波数変換手段、3 雑音らしさ判定手段、4 雑音振幅スペクトル更新および保持手段、5 スペクトル補正ゲイン制限値算出手段、6 補正ゲイン算出手段、7 スペクトル減算手段、8 スペクトル抑圧手段、9 周波数／時間変換手段、10 出力信号端子、11 ローパスフィルタ、12

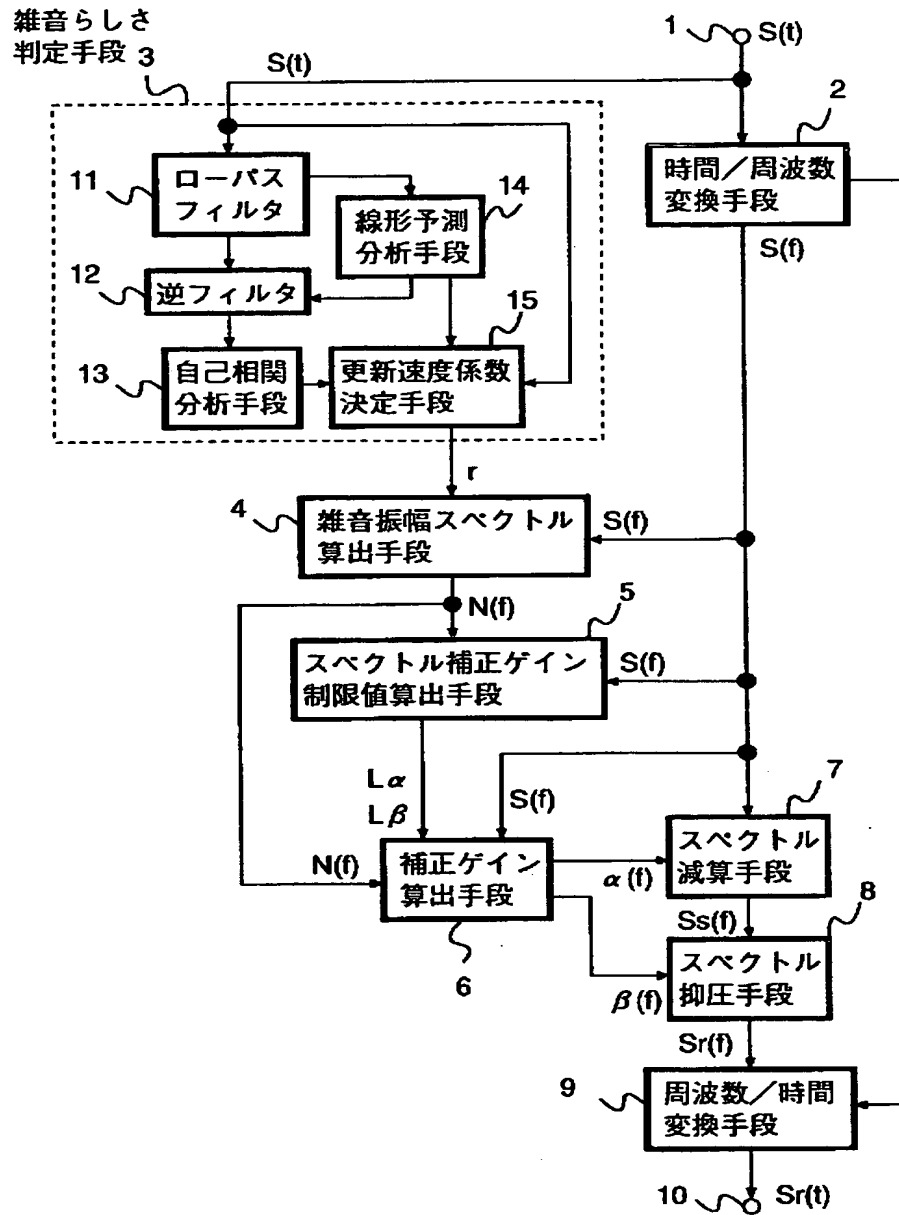
逆フィルタ、13 自己相関分析手段、14 線形予測分析手段、15 更新速度
係数決定手段、21 スペクトル平滑係数算出手段、22 スペクトル平滑手段、
23 スペクトル帯域分割手段、

101 フレーム化处理部、102 窓かけ処理部、103 高速フーリエ変換処
理部、104 バンド処理部、105 雑音推定部、106 NR値計算部、107
Hn値計算部、108 フィルタ処理部、109 バンド変換部、110 スペクト
ラム修正部、111 逆高速フーリエ変換部、112 オーバラップ加算部、11
3 音声信号入力端子、114 音声信号出力端子、121 RMS計算部、122
相対エネルギー計算部、123 最大RMS計算部、124 推定雑音レベル計算部、
125 最大SNR計算部、126 雑音スペクトル推定部。

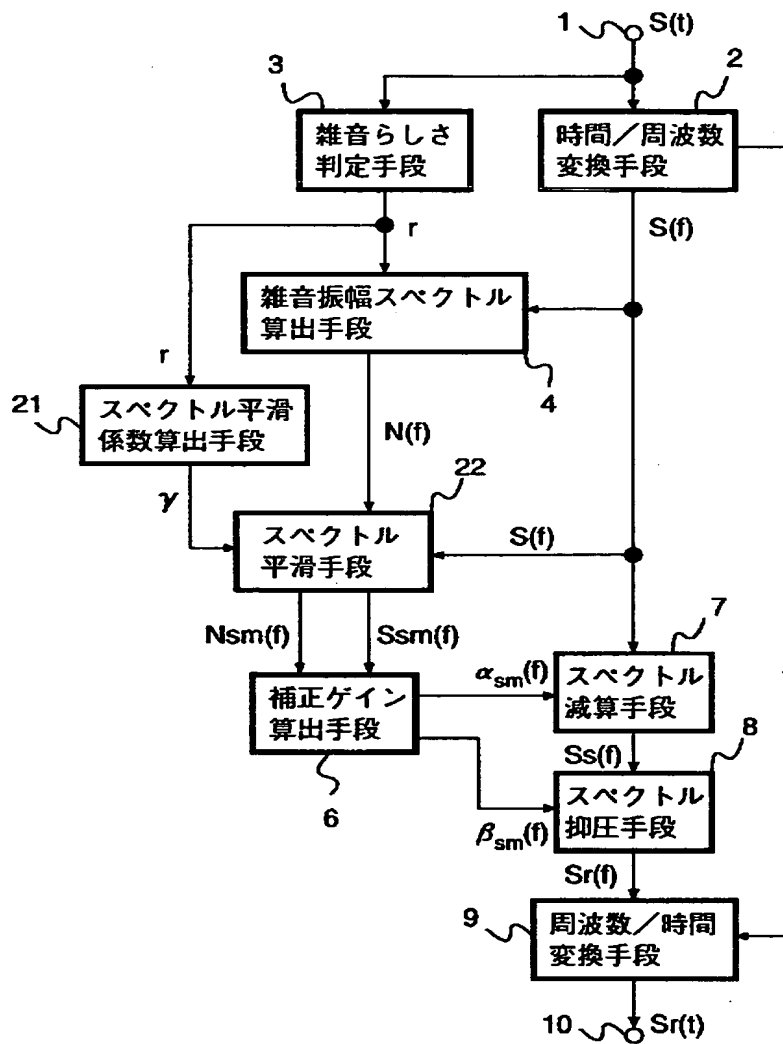
【書類名】

図面

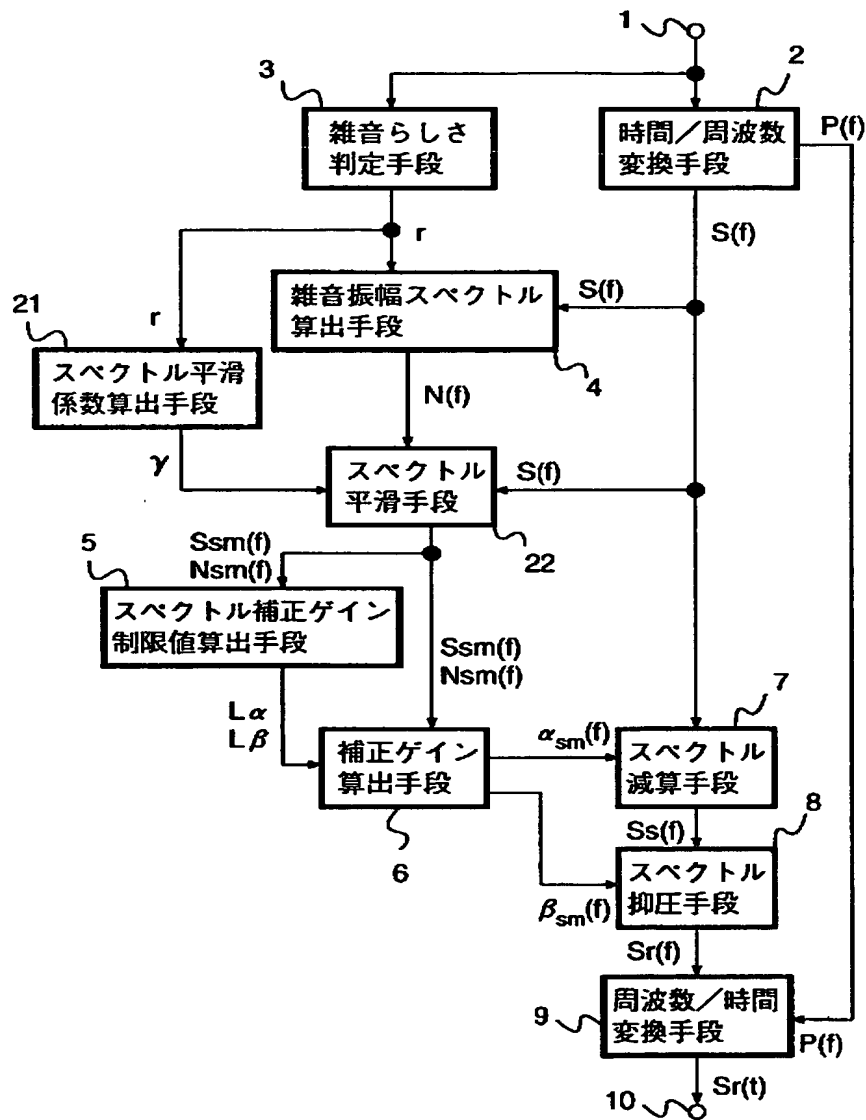
【図 1】



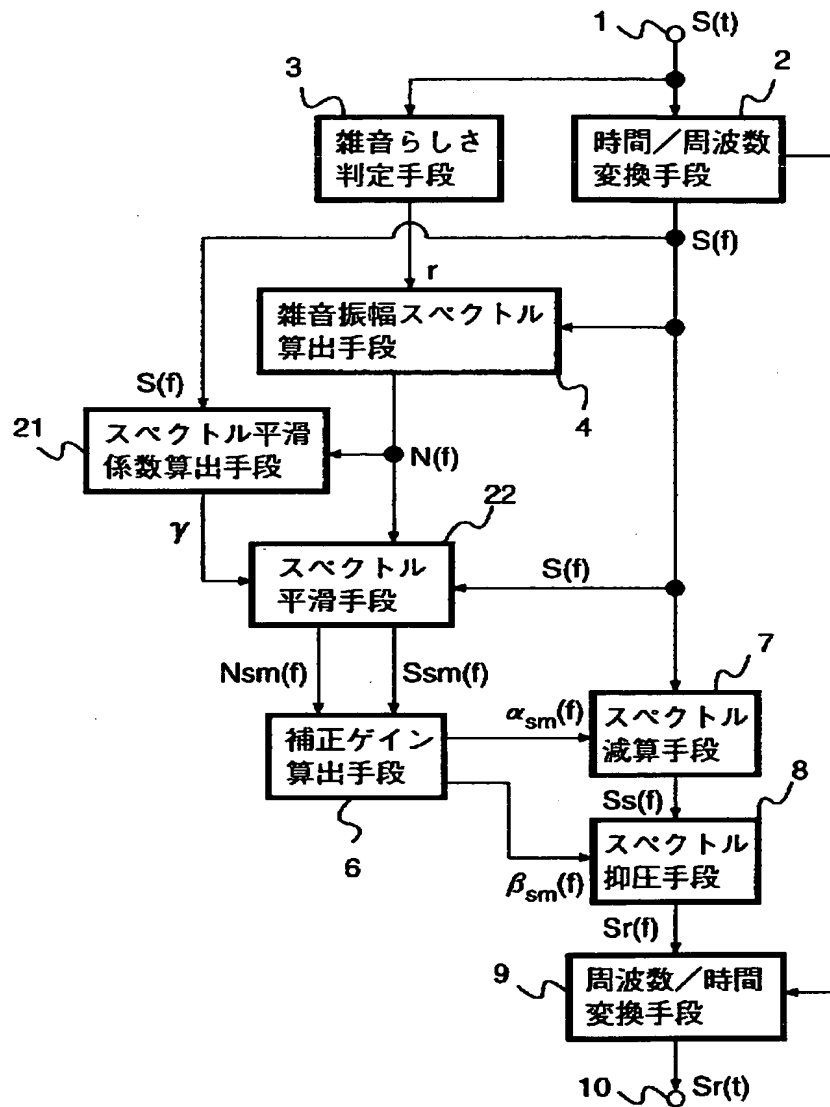
【図 2】



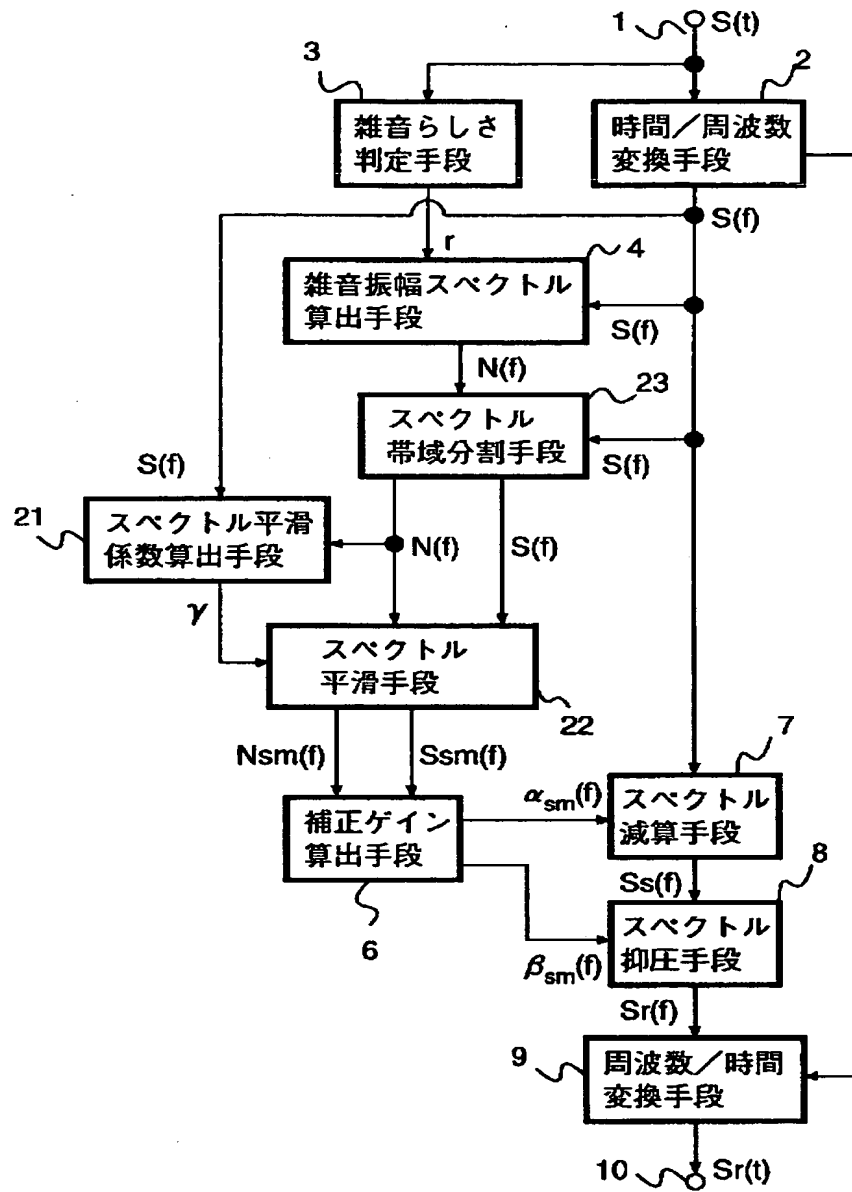
【図 3】



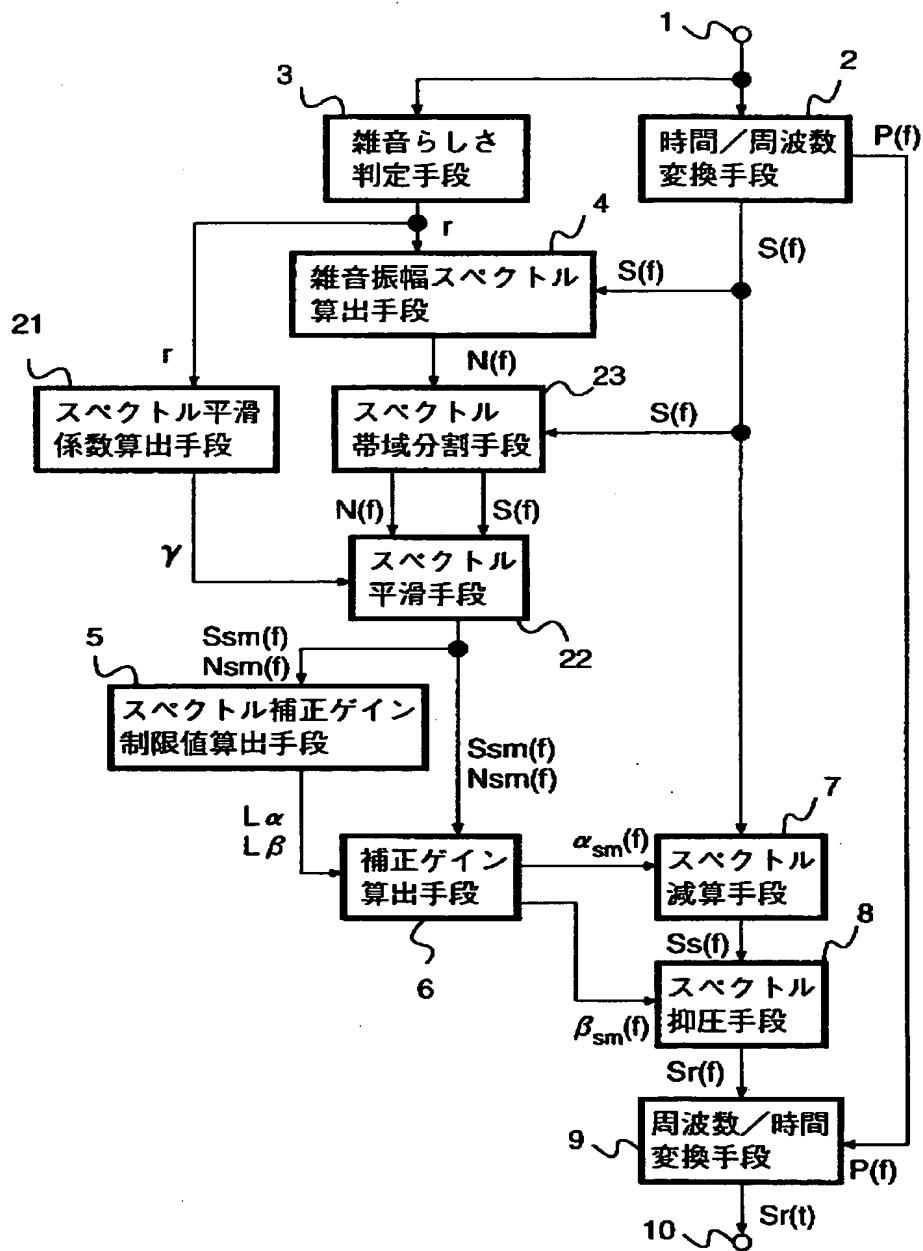
【図 4】



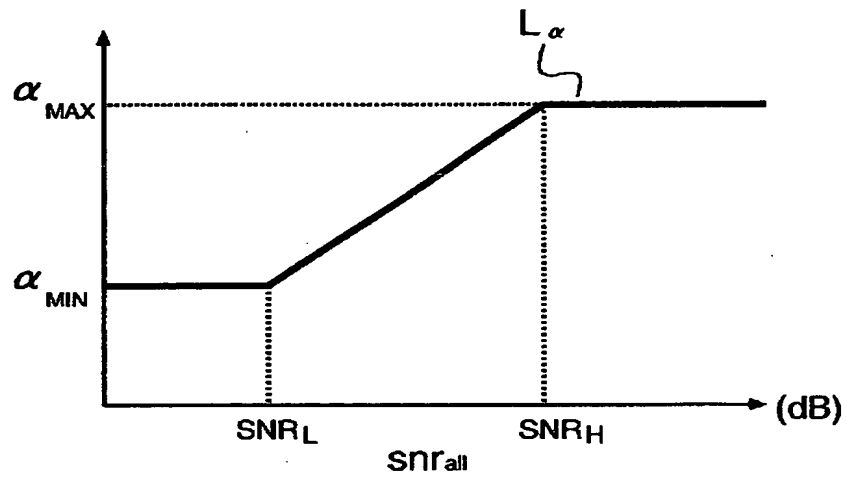
【図 5】



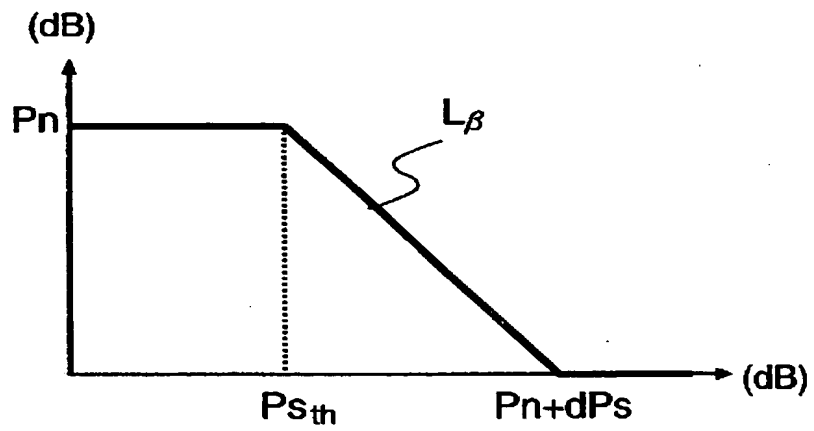
【図 6】



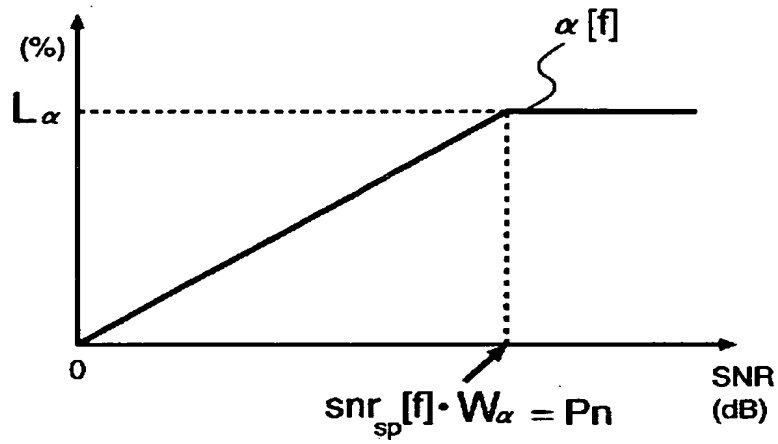
【图 7】



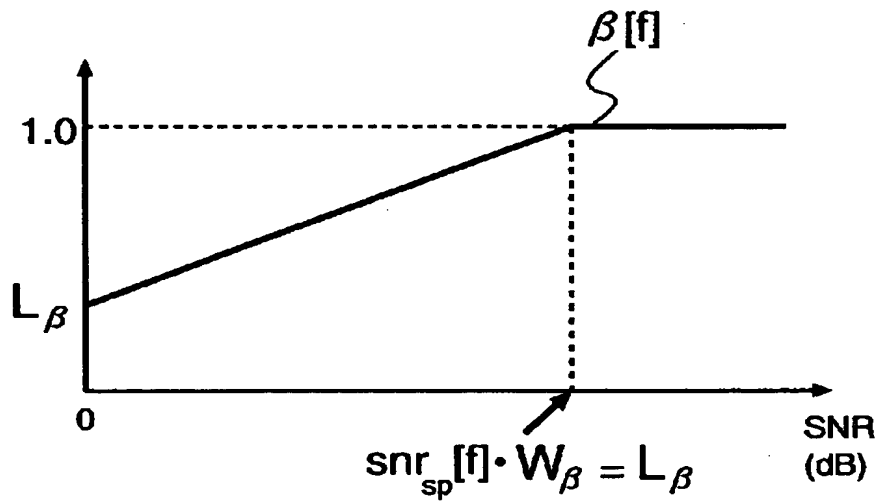
【图 8】



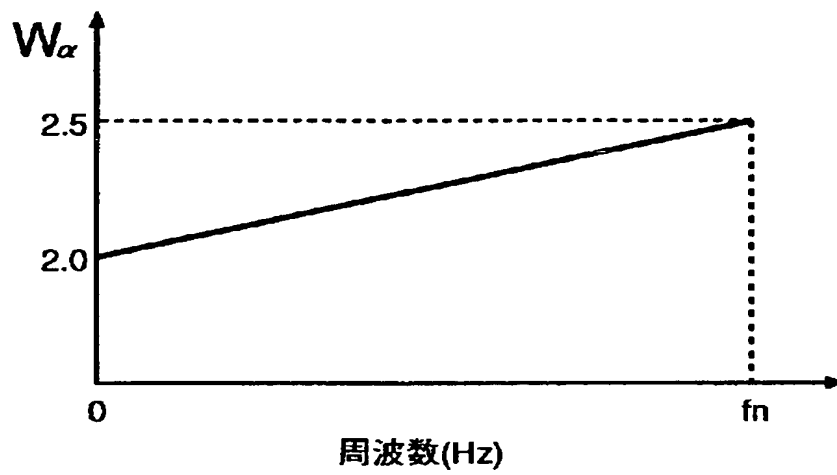
【図 9】



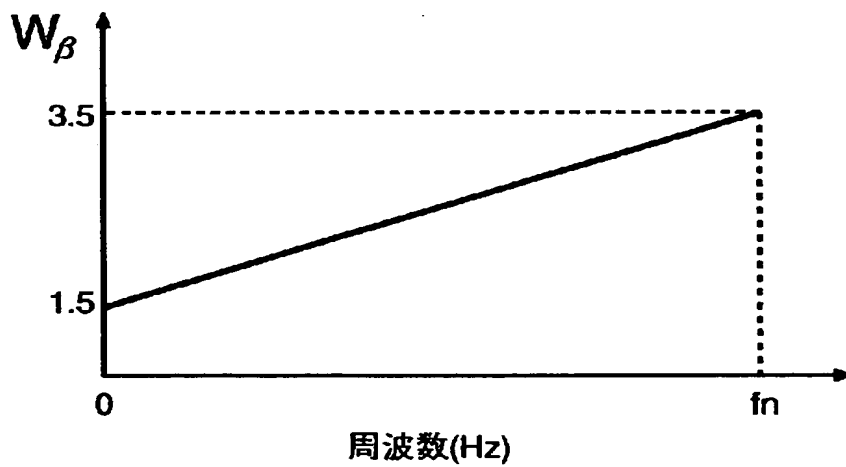
【図 10】



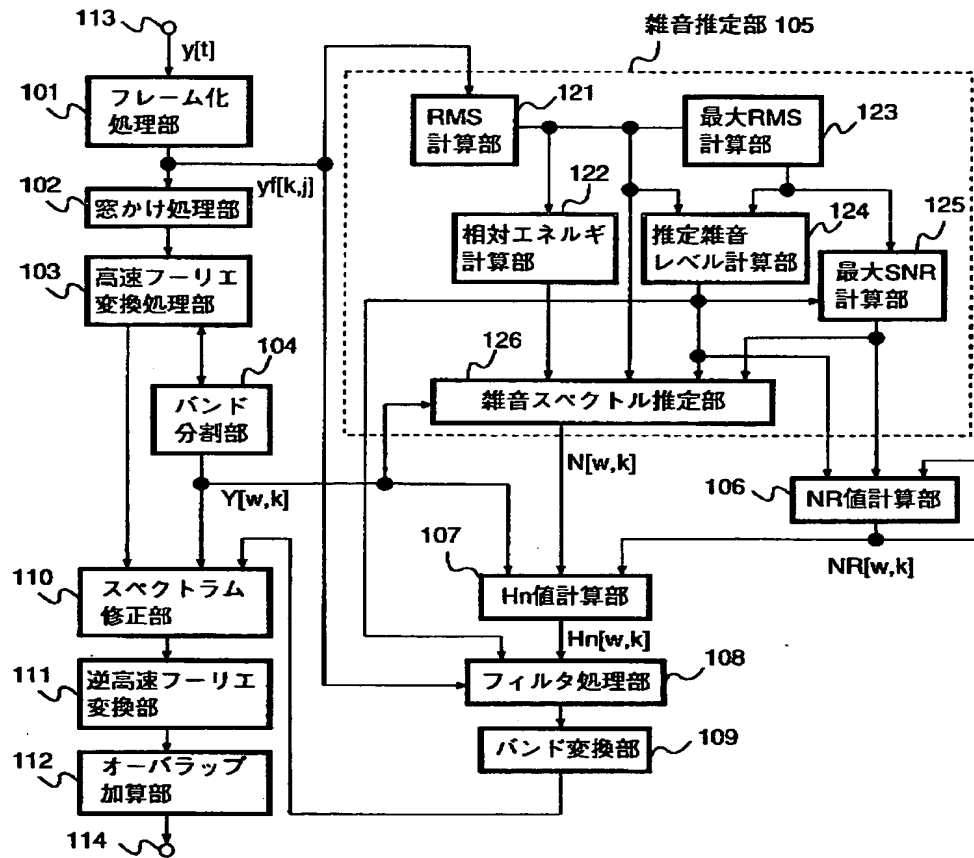
【图 1 1】



【图 1 2】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 種々の雑音環境下で用いられる音声通信システムや音声認識システム等を、聴感上好ましい雑音抑圧が可能かつ高雑音下でも品質劣化の少ない雑音抑圧装置を提供する。

【解決手段】 時間／周波数変換手段で入力信号をフレーム毎に分析し振幅スペクトルと位相スペクトルに変換し、雑音らしさ分析手段が判定した入力信号フレームの雑音らしさの結果に基づき、雑音振幅スペクトル算出手段で、そのフレームの入力振幅スペクトルを用い雑音振幅スペクトルを算出し、スペクトル補正ゲイン算出手段で、前記入力振幅スペクトルと前記雑音振幅スペクトルと夫々の所定係数を用いて雑音振幅スペクトル補正ゲインと雑音除去スペクトル補正ゲインを算出し、スペクトル減算手段で、雑音振幅スペクトルに雑音振幅スペクトル補正ゲインを乗じ、入力振幅スペクトルから減算して第1の雑音除去スペクトルを出力し、スペクトル振幅抑圧手段が第1の雑音除去スペクトルに、前記雑音除去スペクトル補正ゲインを乗じて出力した第2の雑音除去スペクトルを周波数／時間変換手段で時間軸信号に変換する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日	1990年 8月24日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
氏 名	三菱電機株式会社